Der Nebenhodenschweif des Menschen als Samenspeicher

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung
der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Josef Wallraff
aus Blatzheim

1934
Druck der Salesianischen Offizin in München O 11

Tag der mündlichen Prüfung: 17. Februar 1933.

Referent: Geheimrat Prof. Dr. Siegfried Mollier.

I. Einleitung.

Über die Samenspeicherung beim Säugetiermännchen.

Bei den Säugetieren wird der mäßig zahlreiche aber ununterbrochene Abstrom von Samenfäden aus dem Hoden im Schweif des Nebenhoden aufgestaut, so daß bei nicht allzu häufig aufeinanderfolgenden Ejakulationen jeweils etwa 200—400 Millionen Samenfäden entleert werden können. Durch diese hohe Zahl wird die Wahrscheinlichkeit, daß die Kohabitation auch zur Befruchtung führt, sehr gesteigert.

Diese wesentlichen Erkenntnisse sind nach früheren gelegentlichen Beobachtungen von v. Lanz 1924 und 1926[1] auf die erforderlich breite Grundlage gestellt worden. An einer Reihe von Tieren, namentlich auch am periodisch brünstigen Feldhasen, konnten die Veränderungen aufgezeigt werden, die als morphologischer Ausdruck dieser Samenspeicherung aufgefaßt werden dürfen. Übereinstimmend ergab sich bei allen untersuchten Tieren eine gewisse Dreigliederung des Nebenhodenschweifes in Eingangs-, Mittel- und Ausgangsabschnitt, von denen die beiden letzten als Hauptspeicher bezeichnet werden konnten, insofern als immer hier Samen nachzuweisen war, wenn überhaupt gespeichert wurde. Der Eingangsabschnitt dagegen ähnelte in vieler Beziehung dem Nebenhodengang in Kopf und Körper. Er enthält Samenfäden viel unregelmäßiger und nur dann, wenn der Hauptspeicher gefüllt ist.

Es ergab sich somit die Frage, ob der menschliche Nebenhodenschweif in ähnlicher Weise als Samenspeicher gebaut ist. Die Handbuchbearbeitung von Romeis 1926[2] hat, ohne aller-

[1] T. v. Lanz, (1924), Verh. anat. Ges. 1924. — (1924), Z. Anat. — (1926), Sitzgsber. Ges. Morph. u. Physiol. München. 37.

[2] B. Romeis, Hoden, samenleitende Organe und akzessorische Geschlechtsdrüsen im Handbuch der normalen und vergleichenden Physiologie. Berlin 1926.

dings auf Sonderuntersuchungen sich stützen zu können, diese Frage zunächst verneint. In der vorliegenden Arbeit wird einwandfrei der Beweis erbracht werden können, daß der Bauplan des menschlichen Nebenhodenschweifes in allen wesentlichen Punkten mit jenen anderer Säugetiere, vor allem auch der Nager, übereinstimmt, daß also der menschliche Nebenhodenschweif als Samenspeicher wirkt. Ist er nicht gefüllt, so ist auch die Abgabe von Samenfäden, wenigstens in befruchtungswahrscheinlicher Menge, unmöglich.

Für die Lehre von der Befruchtung ist im Anschluß an diese Erkenntnis des weiteren die Frage nach dem Entleerungs- und Wiederfüllungsvorgang des Samenspeichers von großer Bedeutung. Im Zusammenhang mit dem Faktor Zeit beantwortet, müßte sie uns in den Stand setzen, rassenhygienische Verhaltungsmaßregeln auf sicherer Wissensgrundlage aufzustellen, die, soviel wir wenigstens sehen, bisher nur in Züchterkreisen erfahrungsmäßig beachtet werden. Entleerungs- und Wiederfüllungsversuche am Menschen mit morphologischer Untersuchung des Samenspeichers sind natürlich unmöglich. Wir haben aber in der Auszählung der Samenfäden im Ejakulat, die auch beim Menschen ohne weiteres angewandt werden kann, eine Vergleichsmöglichkeit an der Hand, die gestattet, die beim Versuchstier gefundenen Tatsachen auf den Menschen mit voller Zuverlässigkeit zu übertragen.

War durch diese Entleerungs- und Wiederfüllungsversuche die Zeit als wesentlich beeinflussender Faktor der Leistung des Samenspeichers ermittelt, so wurde schließlich in einer letzten Untersuchungsreihe versucht, einen Einblick in die Kräfte zu gewinnen, die die Samenfäden durch den Nebenhodengang bewegen.

Schon durch die Untersuchungen von v. Lanz 1929[1] war erwiesen, daß die Geiselbewegung der Samenfäden durch die im Samenspeicher bodenständig bestehende hohe Konzentration der Wasserstoffionen ($p_H = 6{,}86–6{,}71$) für die Dauer der

[2] T. v. Lanz, Pflügers Arch. 222 (1929).

Speicherung unterdrückt ist. Die gespeicherten Samenfäden bewahren auf diese Weise während der Dauer ihrer Speicherung den ihnen innewohnenden Vorrat an Bewegungsenergie und verlieren damit diese notwendige Voraussetzung ihrer Befruchtungsfähigkeit nicht. Andererseits war durch die gleichen Untersuchungen ermittelt worden, daß eine die Bewegung hemmende Konzentration der Wasserstoffionen in den gewundenen Kanälchen des Hodens nicht vorliegt ($p_H = 7{,}18$), daß also die Samenfäden im Hoden beweglich sind.

Durch Vergleich der Wanderungsgeschwindigkeit von toten Körperchen und von unbeweglichen Zellen mit jenen Samenfäden sollten Anhaltspunkte gewonnen werden, ob die Samenfäden im Nebenhodengang erst allmählich ihre Eigenbewegungen einstellen, oder ob sie durch Kräfte von außen über den weiten Weg fortbewegt werden. Die Lösung dieser Frage könnte die Voraussetzung liefern, die trotz mannigfacher Bemühungen bisher immer noch unbefriedigende Untersuchungen über die Leistung der Ductuli efferentes und ihres eigentümlichen Baues in eine neue Richtung zu weisen.

II. Die zeitliche Entwicklung der Form des menschlichen Samenspeichers.

Die zeitliche Entwicklung der Form wurde an Rekonstruktionen der Schweife von drei Nebenhoden untersucht und zwar: beim Erwachsenen, beim Neugeborenen und beim embryonalen Menschen.

Werkstoff.

1. Rechter Nebenhodenschweif eines 1911 hingerichteten 31jährigen Mannes. Serie 20 m dicker Querschnitte, Färbung Hämalaun-Eosin, Rekonstruktion in 50facher Vergrößerung in 1 mm dicker Pappe. Die Dicke der Pappe berechnet sich aus der Schnittdicke 20 μ mal Vergrößerung 50 = 1000 μ ist gleich 1 mm. Rekonstruiert wurden 383 Schnitte zu 20 m ist gleich 7,66 mm des Organs. Die Schnittrichtung ist bei allen drei Rekonstruktionen transversal gelegt, angefangen beim unteren Nebenhodenpol.

2. Nebenhodenschweif eines Neugeborenen. Frühgeburt anfangs des 8. Monats, die nach 14 Tagen an Entkräftung starb. Insofern dürfte das Organ noch nicht ganz die für Neugeborene annehmbare Entwicklung haben. Serie 20 μ dicke Querschnitte, Färbung mit Azan nach Heidenhain; Rekonstruktion in 100facher Vergrößerung, 2 mm dicke Wachsplatten von 169 Schnitten = 3,38 mm des Organs.

3. Nebenhodenschweif eines menschlichen Embryos von 19 cm Scheitel-Steißlänge, also offenbar vom 6. Fötalmonat. Der linke Hoden, 7 zu 4 mm, war schon in den Processus vaginalis eingetreten, der ebenso große rechte Nebenhoden stand noch über dem Ligamentum inguinale in der Leibeshöhle. Wie bei Neugeborenen wurden Hoden und Nebenhoden in toto fixiert. Serie 12 μ dicker Querschnitte. Die Verwendung 2 mm dicker Wachsplatten erforderte für das Modell eine 167fache Vergrößerung. 200 Schnitte = 2,4 mm des Nebenhodenschweifes wurden rekonstruiert.

Die Schatten in den Photographien der drei Modelle habe ich vertieft.[1]

Befunde.

1. Erwachsener.

Beim erwachsenen Manne sitzt der Nebenhodenschweif dem unteren Hodenpol schalenförmig auf, ähnlich wie der Nebenhodenkopf dem oberen Hodenpol, wenn auch nicht so ausgesprochen. Dementsprechend hat das Modell vom Nebenhodenschweif des Erwachsenen eine dem Hoden zugewandte konkave, eine vom Hoden abgewandte konvexe Fläche. Die größte Breite des Modelles liegt in der Mitte des Nebenhodenschweifes. Sie beträgt 53 cm. Proximal und distal verschmächtigt er sich und besteht in seinem distalen Ende nur aus wenigen Windungen des Nebenhodenganges. Gegenüber seiner ansehnlichen Breite ist der Schweif am Modell nur 12—13 cm dick, allerdings fast in seiner ganzen Länge. Durch die Anlagerung an den unteren Hodenpol ist er also deutlich abgeplattet. Nebenhodenkörper und Samenleiter sind im Nebenhodenschweif durch eine tiefe

[1] Abbildungen siehe T. v. Lanz, J. Wallraff, U. Handfest und K. Wimmer, Der Nebenhodenschweif des Menschen als Samenspeicher. Zeitschr. f. mikr.-anat. Forschg. 1934, Bd. 36.

Hauptfurche voneinander abgesetzt. Diese Furche endet auf der konkaven Fläche des Nebenhodenschweifes, an der Grenze zwischen oberem und mittlerem Drittel, auf der konvexen an der Grenze zwischen mittlerem und unterem Drittel. Sie gliedert den kranialen Abschnitt des Nebenhodenschweifes in einen Übergangsteil, der vom Nebenhodenkörper in den Schweif einleitet (Eingangsabschnitt), und ein Verbindungsstück zum Samenstrang (Ausgangsabschnitt). Die Hauptfurche gibt auf der konkaven Seite des Nebenhodenschweifes zunächst eine Nebenfurche nach rechts unten ab und endet mit einer fast senkrecht abwärtslaufenden Nebenfurche am distalen Ende des Nebenhodenschweifes. Auf der konvexen Seite spaltet sie sich in eine weniger steil nach rechts und eine steiler nach links verlaufende Nebenfurche auf. Die Nebenfurchen greifen im Gegensatz zur Hauptfurche nur stellenweise ganz durch den Nebenhodenschweif durch. Haupt- und Nebenfurchen führen Gefäße und Bindegewebe. Sie erleichtern die am Modell schon aus der verschiedenen Dicke des Nebenhodenganges deutlich abzuleitende Einteilung des Nebenhodenschweifes in drei Abschnitte.

Der Ausgangsabschnitt.

Der zum Samenleiter überführende Ausgangsabschnitt besitzt nur wenige, aber sehr dicke Windungen. Mit ihnen erreicht der Nebenhodengang sowohl seine größte Kanalweite als auch seine größte Mantelstärke. Dieser Abschnitt ist hauptsächlich auf der konkaven Seite zu sehen. Dort liegt er links von der Hauptfurche und der Nebenfurche und bildet damit nahezu die ganze eine Hälfte des Nebenhodenschweifes. So macht er in der Kantenansicht mit vier übereinander gestaffelten Windungen deren ganze Höhe aus. Auf der konvexen Seite liegt er rechts von der Hauptfurche und oberhalb der Nebenfurche und nimmt nur etwas mehr als den rechten oberen Quadranten des Nebenhodenschweifes ein. Entsprechend ist hier die Zahl der Windungen kleiner als auf der konkaven Seite.

Der Eingangsabschnitt.

In scharfem Gegensatz zu den dicken Windungen des Nebenhodenganges im Ausgangsabschnitt stehen die sehr dünnen, dafür aber viel zahlreicheren Windungen im Eingangsabschnitt, der vom Nebenhodenkörper in den Nebenhodenschweif überleitet. Seine Windungen sind nur wenig dicker als die des Nebenhodenkörpers. Er liegt auf der konkaven Seite scharf umgrenzt durch die Hauptfurche und die Nebenfurche. Auf der konvexen Seite ist seine Begrenzung nicht ohne weiteres mit dieser Deutlichkeit zu erkennen. Erst eine nähere Untersuchung ergibt, daß hier das kaudale Ende des Eingangsabschnittes durch die Nebenfurche bestimmt wird. Eine ähnliche deutliche Abgrenzung wie gegen die übrigen Abschnitte läßt sich gegen den Nebenhodenkörper zu am Modell noch nicht nachweisen.

Der Mittelabschnitt.

Wie ein Keil schiebt sich der Mittelabschnitt zwischen die beiden zu- und abführenden Stücke des Nebenhodenschweifes, nämlich den Ein- und Ausgangsabschnitt. Durch die Nebenfurchen tritt er zwischen diesen beiden Abschnitten scharf heraus. Auf der konvexen Seite bildet er mit gleichen Hälften Teile des linken unteren und des rechten unteren Quadranten, während er auf der konkaven Seite den ganzen unteren und einen Teil des oberen Quadranten einnimmt. So hat er auf der konkaven Seite fast die doppelte Zahl von Windungen. Die Dicke der Windungen nimmt im Mittelabschnitt ganz beträchtlich zu. Im gefüllten Zustand gleichen sie sich den Windungen des Ausgangsabschnittes weitgehend an. Der distale Pol des Nebenhodens wird ausschließlich vom Mittelabschnitt gebildet. Auf der konkaven Seite sind die drei Abschnitte des Nebenhodenschweifes am deutlichsten voneinander abgesetzt. Jeder der drei Abschnitte besitzt außerdem eine bestimmte Kanälchendicke. Auf der konvexen Seite ist die Gliederung nicht in allen Teilen so deutlich. Dort liegt vielmehr zwischen den Nebenfurchen ein Kanälchenbezirk, den man seiner Kanälchendicke nach weder zum Eingangs- noch zum Mittelabschnitt

zählen kann. Die dünnen Windungen des Eingangsabschnittes werden innerhalb dieses Zwischenstückes allmählich immer dicker und gehen in den Mittelabschnitt über. Dieses Verbindungsstück zwischen Eingangs- und Mittelabschnitt ist am Modell der einzige von außen sichtbare Übergang zwischen zwei Nebenhodenschweifabschnitten. Die konkave Seite des Modelles macht den Eindruck, als gehe eine solche allmähliche Überleitung von einem Schweifabschnitt zum andern nicht. Aber auch zwischen Mittel- und Ausgangsabschnitt stellt eine Zahl von Windungen, die allmählich an Dicke zunehmen, die Verbindung her. Bloß liegen diese Windungen im Modell drin und sind deshalb von außen nicht sichtbar.

Die Verschiedenheit der drei Abschnitte drückt sich aus in der Zahl und der Größenwertigkeit ihrer Windungen. Ich habe daher, ausgehend von der letzten Windung des Ausgangsabschnittes, den Nebenhodengang rückläufig verfolgt und seine Windungen gezählt. Lücken in diesem Zahlenbild werden durch die Zahlen der Windungen ausgefüllt, die innerhalb des Modelles gelegen sind.

Zum Ausgangsabschnitt gehören die Windungen 1—29, zum Mittelabschnitt die Windungen 22—67. Die Windungen 67—79 bezeichnen den Übergang zwischen Eingangs- und Mittelabschnitt. Der Eingangsabschnitt ist mit der Windung 79 sicher erreicht. Ich habe im Eingangsabschnitt nur bis zur Windung 92 hinaufgezählt.

Zur annähernden Beurteilung der räumlichen Größenverhältnisse der drei Abschnitte habe ich sie in größter Höhe, Breite und Dicke nach am Modell ausgemessen. Demnach beträgt für den

Eingangsabschnitt: Höhe 18 cm, Breite 27,0 cm, Dicke 12,0 cm
Mittelabschnitt: „ 30 cm, „ 37,5 cm, „ 9,5 cm
Ausgangsabschnitt: „ 44 cm, „ 27,0 cm, „ 10,0 cm

Aus der größten Höhe, Breite und Dicke habe ich für jeden Abschnitt bei natürlicher Schweifgröße folgende Verhältniszahlen ermittelt:

Eingangsabschnitt 117,
Mittelabschnitt 214,
Ausgangsabschnitt 238.

Mittelabschnitt und Ausgangsabschnitt sind nahezu gleichgroß und etwa je doppelt so groß wie der Eingangsabschnitt. Stellt man Ausgangs- und Mittelabschnitt dem Eingangsabschnitt gegenüber, so kann man unter Berücksichtigung der Kanälchendicke den Ausgangs- und Mittelabschnitt als einheitliches Schweifteil zusammenfassen. Der Eingangsabschnitt dagegen unterscheidet sich nicht viel vom Nebenhodenkörper. Der eigentliche Samenspeicher wird demnach auch beim Menschen vom Mittel- und Ausgangsabschnitt gebildet.

Der Nebenhodenschweif des Erwachsenen ist im Eingangs-, Mittel- und Ausgangsabschnitt gegliedert. Diese Unterteilung bildet die morphologische Unterlage für seine verschiedene Funktion: Hilfsspeicher und Hauptspeicher. Es fragt sich infolgedessen, ob die dreifache Unterteilung des Nebenhodenschweifes tatsächlich funktionsbedingt oder ererbt ist. Zu diesem Zweck mußte der Nebenhodenschweif vor der Funktion, also beim Neugeborenen und beim Fötus, untersucht werden.

2. Neugeborener.

Im Gegensatz zum Nebenhodenschweif des Erwachsenen ist der Nebenhodenschweif des Neugeborenen infolge der geringen Größe des Hodens noch nicht abgeplattet. So beträgt am Modell seine größte Breite 37 cm, seine größte Dicke 21 cm. Er verjüngt sich vorwiegend distal. Infolge der beträchtlichen Dicke sind an ihm alle Furchen breiter und tiefer und die drei Abschnitte noch schärfer voneinander abgesetzt als beim Erwachsenen. Im wesentlichen stellen wir am Nebenhodenschweif des Neugeborenen die gleichen Furchen fest wie beim Erwachsenen. Die Hauptfurche ist auffallend breit, so daß der Abstand zwischen Nebenhodenkörper und Ausgangsabschnitt verhältnismäßig groß ist. Der Mittelabschnitt nimmt am Modell vom Neugeborenen tatsächlich die Mitte des Schweifes zwischen

Eingangs- und Ausgangsabschnitt ein. Ähnlich wie auf der vom Hoden abgewandten Seite beim Erwachsenen erreicht er die Hauptfurche, die ihn in zwei nahezu gleiche Teile zerschneidet. Dieser veränderten Stellung des Mittelabschnittes beim Neugeborenen entspricht auch die Verlagerung seiner beiden Grenzfurchen: Nebenfurchen *a*, *b*. Die Nebenfurche *b* liegt nicht in der Verlängerung der Hauptfurche, sondern schwenkt zum Ausgangsabschnitt hin ab. Die Nebenfurche *a* verläuft beim Neugeborenen proximal ausgebaucht gegen den Eingangsabschnitt. Von ihrem Scheitel zweigt eine neue Nebenfurche *f* ab, die den Eingangsabschnitt des Schweifes vom Nebenhodenkörper absetzt und am Modell vom Erwachsenen fehlt. Der Eingangsabschnitt hat beim Neugeborenen infolgedessen keinen Anteil an der Begrenzung durch die Hauptfurche, von der ihn der Mittelabschnitt abgedrängt. So ist er weiter distal verlagert.

Der Nebenhodenkörper, dessen größte Breite 16 cm und dessen größte Dicke 30 cm am Modell mißt, verjüngt sich distal zunächst allmählich, dann sehr rasch auf 1¼ cm Breite und 11 cm Dicke. Das anschließende zapfenförmige Endstück ist der Eingangsabschnitt. Er verjüngt sich noch mehr, schließlich bis zu einer einzigen Windung mit 3,5 cm Breite und ¼ cm Dicke. Auf der vom Hoden abgewandten Seite schiebt sich, wie beim Erwachsenen, ein Übergangslappen zwischen Eingangs- und Mittelabschnitt ein.

Der Mittelabschnitt ist beim Neugeborenen besonders stark entwickelt. Seine beiden Enden sind abgerundet, so daß er nicht Keilform hat, sondern mehr Ovalform annimmt. Mit Beginn der Funktion und Füllung des Nebenhodenganges vergrößern sich der Eingangs- und Ausgangsabschnitt und drängen den sich ebenfalls vergrößernden Mittelabschnitt am proximalen Ende zusammen. Daher erhält der Mittelabschnitt des Erwachsenen Keilform.

Auffallend ist beim Neugeborenen die Gangdicke in den einzelnen Schweifabschnitten. Der Nebenhodengang ist beim Neugeborenen nämlich im Nebenhodenkörper, im Eingangs- und

Mittelabschnitt am Modell gleich dick. Nur im Ausgangsabschnitt nimmt beim Neugeborenen die Gangdicke auffallend zu und ähnelt damit dem Samenleiter. Beim Erwachsenen dagegen setzen sich, wie wir gesehen haben, sowohl der Eingangsabschnitt als auch vor allem der Mittelabschnitt deutlich durch die zunehmende Gangdicke vom Nebenhodenkörper ab. Diese Zunahme der Gangdicke fehlt beim Neugeborenen vollkommen. Infolgedessen liegt der größte Dickenunterschied beim Neugeborenen erst am Übergang vom Mittel- zum Ausgangsabschnitt, beim Erwachsenen aber am Übergang vom Eingangs- zum Mittelabschnitt. Die histologischen Untersuchungen des 3. und die Injektionsbefunde des 2. Teiles dieser Arbeit werden diese Befunde ergänzen.

Der Nebenhodengang ist also beim Neugeborenen im Nebenhodenschweif bereits deutlich in drei Abschnitte eingeteilt, aber seine eigentliche Differenzierung macht er im Mittelabschnitt erst nach der Geburt mit Erlangung der Funktion durch. Die Befunde berechtigen außerdem zur Annahme, daß beim Erwachsenen der Eingangs- und Mittelabschnitt umgewandelte Nebenhodenkörperabschnitte sind, während der Ausgangsabschnitt mit dem Samenleiter gemeinsamen Ursprungs ist.

Aus der größten Höhe, Breite und Dicke der drei Abschnitte habe ich am Modell folgende Zahlen ermittelt:

Eingangsabschnitt: Höhe 8 cm, Breite 9 cm, Dicke 14 cm
Mittelabschnitt: „ 22 cm, „ 14 cm, „ 20 cm
Ausgangsabschnitt: „ 25 cm, „ 11 cm, „ 11 cm

Nicht berücksichtigt wurde bei diesen Messungen der Übergang von einem Abschnitt zum andern. Dabei kann der Mittelabschnitt infolge seiner Mittelstellung im Schweif sowohl überleitende Windungen vom Eingangs- als auch zum Ausgangsabschnitt für sich noch beanspruchen. Die Verhältniszahlen für die einzelnen Abschnitte betragen bei gewöhnlicher Schweifgröße:

Eingangsabschnitt 10,
Mittelabschnitt 62,
Ausgangsabschnitt 30.

3. Embryo von 6 Monaten.

Der Nebenhodenschweif ist schon im 6. Fötalmonat so weit ausgebildet, daß sich eine Übereinstimmung seiner Gliederung mit der vom Neugeborenen ergibt. Beide unterscheiden sich im wesentlichen nur durch die verschiedene Größe ihrer einzelnen Schweifabschnitte. Die Gliederung in die drei Schweifabschnitte beginnt demnach noch frühzeitiger. Sie ist auch durch den zu allen Zeitpunkten übereinstimmenden Verlauf der Blutgefäße betont, so daß außer der Hauptfurche die wesentlichen Nebenfurchen *a, b, c, d, f* vorhanden sind.

Wie beim Neugeborenen ist auch beim Embryo der Nebenhodenschweif noch nicht abgeplattet. In diesem frühen Stadium wölbt sich die dem Hoden zugewandte Schweifseite sogar etwas stärker vor als die vom Hoden abgewandte. Die Furchen sind in diesem Stadium noch nicht so deutlich ausgeprägt. Die Gefäßstraßen aber sind bereits die sicheren Vorläufer der Furchen. So geben alle drei Modelle durch den gesetzmäßigen Verlauf der Blutgefäße das gleiche Furchenbild, abgesehen von kleinen Abweichungen im Verlauf der Furchen.

Da der Nebenhodenkörper beim Embryo noch aus nur wenigen Windungen besteht, ist der Abstand zwischen ihm und dem beginnenden Samenleiter besonders groß. Dieser Abstand verschmälert sich distal zwischen Ausgangs- und Eingangsabschnitt zu der noch sehr breiten Hauptfurche.

Wie beim Neugeborenen läßt sich die Grenze des Eingangsabschnittes gegen den Nebenhodenkörper angeben. Auf der entgegengesetzten Seite ist sie ebenfalls vorhanden, liegt jedoch weiter kaudal. Im Vergleich zum Nebenhodenkörper nimmt die Zahl der Windungen im Eingangsabschnitt beträchtlich zu. So hat der Eingangsabschnitt die doppelte Zahl von Kanälchenquerschnitten.

Der Mittelabschnitt, der besonders interessiert, liegt wieder in der Verlängerung der Hauptfurche, aber zum Eingangsabschnitt hin verschoben. Beim Neugeborenen lag er mehr zum Ausgangsabschnitt hin. Entsprechend sind auch die Neben-

furchen *a*, *b* und *c*, *d* dem Verlauf beim Neugeborenen entgegengesetzt verschoben. Die Nebenfurchen *c* und *d*, als Begrenzung des Mittelabschnittes, verlaufen beim Embryo fast genau so wie *a* und *b* beim Neugeborenen. Der Mittelabschnitt ist beim Embryo breiter und auch dicker als der Eingangsabschnitt. Dementsprechend ist die Zahl der Windungen im Mittelabschnitt weiter vermehrt. Der Nebenhodengang behält jedoch, wie beim Neugeborenen, die gleiche Dicke bei.

Rechts von der Hauptfurche und der Nebenfurche *c* als ihre Fortsetzung liegt der Ausgangsabschnitt. Hier reicht er weiter distal als am Modell des Neugeborenen. Er besteht noch aus verhältnismäßig wenig Windungen. Um so auffallender ist ihre Dicke, die sich von der Dicke des Samenstranges kaum unterscheidet.

Die Größenverhältnisse der drei Abschnitte drücken sich am Modell in folgenden Zahlen aus:

Eingangsabschnitt:	Höhe	12 cm,	Breite	15 cm,	Dicke	9 cm
Mittelabschnitt:	„	15 cm,	„	22 cm,	„	12 cm
Ausgangsabschnitt:	„	18 cm,	„	7 cm,	„	10 cm

Die aus den Maßen für die einzelnen Abschnitte ermittelten Verhältniszahlen sind:

Eingangsabschnitt	10,
Mittelabschnitt	28,
Ausgangsabschnitt	8.

Wie beim Neugeborenen ist der Mittelabschnitt wieder größer als der Eingangs- und Ausgangsabschnitt zusammen. Somit wird das Ergebnis beim Neugeborenen bestätigt. Auch die Dicke des Nebenhodenganges stimmt verhältnismäßig mit der des Neugeborenen vollständig überein. Nur am Übergang vom Mittel- zum Ausgangsabschnitt nimmt die Kanaldicke rasch zu.

Wie beim Erwachsenen habe ich auch beim Embryo die Windungen des Nebenhodenganges im Schweif gezählt. So fallen am Modell des Fötus auf dem Ausgangsabschnitt die Windungen 1—21, auf dem Mittelabschnitt 32—67, im Eingangs-

abschnitt gelang es nur, den Nebenhodengang bis zur Windung 80, einem aberrierenden Kanälchen, zu verfolgen.

Besprechung.

An jedem Modell wurden für die drei Abschnitte des Nebenhodenschweifes die Verhältniszahlen ihrer Größe bestimmt und die Zahlen auf die natürliche Größe umgerechnet. Dadurch wird auch ein zahlenmäßiger Vergleich der drei Schweifabschnitte ermöglicht. Die zahlenmäßigen Ergebnisse vervollständigen die räumlichen Vorstellungen vom Modell, da aus den Abbildungen die Tiefenverhältnisse nicht mit Sicherheit abzulesen sind.

Verhältniszahlen.

	Eingangs-abschnitt	Mittel-abschnitt	Ausgangs-abschnitt	E+M+A=Neben-hodenschweif
Fötus	10	28	8	46 = 1
Neugeborener	10	62	30	102 = 2
Erwachsener	117	214	238	569 = 12
Erwachsener	12	8	30	12

Größenverhältnis.

Bei allen Altersstufen ist die Größe der einzelnen Abschnitte des Nebenhodenschweifes verschieden. Der Eingangsabschnitt ist bei allen drei Altersstufen kleiner als der Mittelabschnitt. Beim Neugeborenen und Erwachsenen ist er auch kleiner als der Ausgangsabschnitt, etwas größer als der Ausgangsabschnitt ist er nur beim Fötus. Der Mittelabschnitt ist beim Fötus und Neugeborenen größer als Eingangs- und Ausgangsabschnitt zusammen, beim Erwachsenen dagegen etwas kleiner als der Ausgangsabschnitt allein. Faßt man die Verhältniszahlen der drei Abschnitte jeder Altersstufe zusammen, so ist der Nebenhodenschweif des Neugeborenen gut doppelt so groß wie der des Fötus im 6. Monat, der des Erwachsenen zwölfmal so groß. Postfötal wächst im einzelnen von den drei Abschnitten am stärk-

sten der Ausgangsabschnitt (30mal). An zweiter Stelle kommt der Eingangsabschnitt (12mal). Der Mittelabschnitt, dessen Größe überragt, bleibt besonders dem Ausgangsabschnitt gegenüber im Wachstum zurück (8mal).

Am Modell kann man den genauen Verlauf des Nebenhodenganges bestimmen und seine Windungen zählen. Es ist dann möglich, für den Mittel- und Ausgangsabschnitt die Zahl der Gangwindungen anzugeben. Am Eingangsabschnitt kann man das nicht, da er sich gegen den Nebenhodenkörper meist zu wenig scharf absetzt. Beim Fötus und Erwachsenen haben nun merkwürdigerweise der Mittel- und Ausgangsabschnitt die gleiche Anzahl Gangwindungen. Der Mittelabschnitt hat in beiden Altersstufen 67, der Ausgangsabschnitt 22 Gangwindungen. Das entspricht einem Verhältnis von 3 : 1. Auf den Ausgangsabschnitt fallen demnach im Verhältnis zum Mittelabschnitt wenig Gangwindungen. Man könnte daran denken, daß die Zahl der Gangwindungen schon sehr früh festgelegt und durch das weitere Wachstum des Nebenhodenganges nicht mehr verändert wird. Diese Abschnitte könnten dann nur noch durch Wachstum der einzelnen Windungen größer werden.

Würde das spätere Wachstum in den drei Abschnitten für alle Windungen gleich sein, müßte beim Erwachsenen der Mittelabschnitt, da er viel mehr Windungen hat, um vieles größer sein als der Ausgangsabschnitt. Nun ist aber der Ausgangsabschnitt beim Erwachsenen sogar um 10% größer als der Mittelabschnitt. Sein 22fach gewundener Gang müßte daher 3,7mal rascher in die Dicke und Länge wachsen als der 67fach gewundene Gang im Mittelabschnitt. Ob es sich bei diesem Befund um eine allgemein gültige Feststellung für den Nebenhodenschweif oder um einen reinen Zufall handelt, kann hier nicht entschieden werden. Eine annähernd gleichbleibende Zahl der Gangwindungen für jeden Schweifabschnitt wäre wohl einer der besten Beweise für die Einteilung des Nebenhodenschweifes in bestimmte Abschnitte.

Beim Fötus und Neugeborenen haben der Nebenhodenkörper sowie der Eingangs- und Mittelabschnitt des Schweifes die

gleiche Gangdicke. Sie bilden damit einen einheitlichen Teil des Nebenhodens. Ihnen gegenüber nimmt der Ausgangsabschnitt des Schweifes schon beim Fötus eine Sonderstellung ein. Er entwickelt sich unabhängig vom übrigen Nebenhodenschweif. Seine Gangwindungen sind beträchtlich dicker als in den übrigen Schweifabschnitten. Sie haben nahezu die Dicke des Samenleiters. Außerdem wächst der Ausgangsabschnitt viel stärker als der übrige Nebenhoden.

Beim Erwachsenen ist der Nebenhodengang im Eingangsabschnitt des Schweifes nicht viel dicker als im Nebenhodenkörper. Dagegen hat er sich im Mittelabschnitt weitgehend seiner Dicke im Ausgangsabschnitt angepaßt, in dem sie ihren größten Wert erreicht. Von den drei Schweifabschnitten unterliegt der Mittelabschnitt den postfötalen Einflüssen am meisten. Ein nebenhodenkörperähnlicher Teil erhält Samenspeicherfunktion. Das gleiche gilt im verminderten Maße vom Eingangsabschnitt. Man darf vielleicht daraus schließen, daß beide Abschnitte, besonders aber der Mittelabschnitt, stammesgeschichtlich erst später für die Samenspeicherung herangezogen worden sind. Die Lage der drei Nebenhodenschweifabschnitte zueinander ist, wie ein Vergleich der drei Modelle zeigt, nicht von vornherein endgültig. Hier wirkt die zeitweilig verschiedene Größe der einzelnen Abschnitte umgestaltend. Besonders der Mittelabschnitt wird infolge seiner Mittelständigkeit davon betroffen. Beim Embryo liegt er zwar noch in der Schweifmitte, zum Teil aber mehr seitlich zum Eingangsabschnitt hin. Sein wachsender Umfang schiebt ihn beim Neugeborenen tatsächlich in die Mitte des Schweifes und drängt, ihn einbauchend, die beiden anderen Abschnitte zur Seite. Postfötal wächst der Ausgangsabschnitt verhältnismäßig am stärksten und verlagert einen großen Teil des Mittelabschnittes wieder rückläufig zum Eingangsabschnitt. Außerdem wird beim Erwachsenen der proximale Teil des Mittelabschnittes vom Ein- und Ausgangsabschnitt umfaßt und zu einem Keil mit distaler Basis geformt.

Die Blutgefäßverteilung am Nebenhodenschweif spielt bei

der Einteilung des Nebenhodenschweifes in die drei Abschnitte eine wesentliche Rolle. Durch sie stimmen Zahl und Anordnung der Furchen an den drei Modellen überein. Die Verlaufsrichtung der Furchen hängt von der jeweiligen Größe der drei Abschnitte und ihrer dadurch bedingten Umlagerung ab.

Untersuchungsergebnisse über die zeitliche Entwicklung.

1. Die Dreiteilung des Nebenhodenschweifes in Eingangs-, Mittel- und Ausgangsabschnitt ist beim Embryo, beim Neugeborenen und beim Erwachsenen deutlich vorhanden.

2. Bei allen drei Altersstufen sind diese drei Abschnitte durch Gefäßfurchen gegeneinander abgegrenzt. Gegen den Nebenhodenkörper setzt sich der Eingangsabschnitt nicht allseitig deutlich ab.

3. Der Übergang von einem zum anderen Schweifabschnitt folgt allmählich und zwar in wenigen Übergangswindungen. Liegen sie im Innern des Nebenhodenschweifes, sind die Abschnitte außen scheinbar scharf gegeneinander abgegrenzt.

4. Seinem Rauminhalt nach ist der Mittelabschnitt zunächst embryonal und nach der Geburt größer als Ausgangs- und Eingangsabschnitt zusammen. Er bleibt dann im Wachstum verhältnismäßig zurück und steht beim Erwachsenen sogar dem Ausgangsabschnitt allein an Größe etwas nach. Der Eingangsabschnitt ist nur fötal etwas größer als der Ausgangsabschnitt, sonst ist er immer der kleinste von den drei Abschnitten.

5. Die Kanälchendicke des Eingangsabschnittes ähnelt in allen Altersstufen der des Nebenhodenkörpers, die des Ausgangsabschnittes der des Samenleiters.

Die Kanälchendicke des Mittelabschnittes dagegen ähnelt vor der Geschlechtsreife der des Nebenhodenkörpers. Beim Erwachsenen hat sie sich annähernd auf die des Ausgangsabschnittes vergrößert. Der Mittelabschnitt erhält mit beginnender Speicherung eine besondere Ausgestaltung vor dem übrigen Nebenhodengang.

6. Der Hauptsamenspeicher des menschlichen Nebenhodenschweifes entsteht somit aus zwei verschiedenen Anlagen, die dem Samenleiter (Ausgangsabschnitt) und dem Nebenhodengang (Mittelabschnitt) zugehören.

Der Eingangsabschnitt hängt als Hilfssamenspeicher morphologisch und funktionell mit dem Nebenhodenkörper zusammen.

III. Seine Schwankungsbreite beim Erwachsenen.

Form und Größe des fertig ausgebildeten Samenspeichers und seiner Abschnitte wechseln individuell.

Werkstoff und Untersuchungsart.

Da für die Feststellung der Schwankungsbreite die Rekonstruktionsmethode zu umständlich ist, wurden eine Reihe von Samenspeichern mit Quecksilber künstlich gefüllt und aufgehellt. Füllungen mit gefärbter Gelatine erwiesen sich als zu wenig kontrastreich. Zu diesen Injektionsversuchen wurden nur Organe von geschlechtsreifen Männern verwandt.

1767 beschrieb Haller[1] den Nebenhoden des erwachsenen Menschen, den er mit Quecksilber injiziert hatte. Dieser Abhandlung ist eine sehr schöne, aber offenbar zu wenig bekannte Abbildung von einem mit Quecksilber injizierten Nebenhoden beigefügt, die Haller ausführlich erklärt. Er rechnet den Ausgangsabschnitt des Schweifes zum Nebenhoden und bezeichnet ihn als die „pars ima, quae contra se ipsum ascendere incipit, et nunc epididymidis nomen induit".

Auch ein in der anatomischen Sammlung in Halle a. d. S. aufbewahrtes Präparat zeigt die Abschnitte des Samenspeichers. Es wurde 1828 von Meckel mit Quecksilber injiziert.

Über die von den alten Anatomen meisterhaft gehandhabte Technik der Quecksilberinjektion des Nebenhodens fehlen genauere Angaben. Bei meinen Versuchen bin ich folgendermaßen zu Werke gegangen:

[1] Albert v. Haller, Operum anatomici argumenti minorum. Tomus secundus. Lausannae 1767.

Hoden, Nebenhoden, Samenleiter und Ampulle wurden zusammenhängend auf dem Sektionstisch aus der Leiche genommen. Möglichst bald darauf folgte die Injektion mittels einer Glasspritze von der Ampulle oder vom Samenleiter aus. Ist der Nebenhoden sorgfältig freipräpariert, so kann man das Aufsteigen des Quecksilbers in den Windungen des Ganges verfolgen. Aus der Dicke der Gangstrecke erkennt man dabei die einzelnen Schweifabschnitte und kann die Injektion nach ihrer Füllung beliebig unterbrechen.

Der Nebenhoden bietet der Füllung meist großen Widerstand. Dieser Widerstand läßt sich in vielen Fällen durch die starke Ausdehnung des Quecksilbers bei allmählicher Temperaturerhöhung ohne Zutun langsam und schonend überwinden. Um mit der gleichen Temperatur noch stärkeren Druck zu erzielen, zog ich über dem Quecksilber zunächst Alkohol in die Spritze auf, dessen Ausdehnungskoeffizient noch größer ist als der des Quecksilbers. Dadurch konnten Drucke erzielt werden, die die Füllung bis in den Nebenhodenkopf vortrieben.

Für das Gelingen einer Injektion des Nebenhodenganges ist wichtig:

1. Seine normale Beschaffenheit.
2. Das Alter des Individuums.
3. Der Zustand des Muskelmantels.
4. Der Füllungsgrad des Ganges mit Samen und Sekret.

Tuberkulöse und gonorrhoische Veränderungen des Nebenhodens, die besonders häufig im Schweif auftreten, machen die Injektion unmöglich. Am besten ließen sich Nebenhoden von hochbetagten Männern injizieren, deren Nebenhodengang vielfach leer ist. Bei geschlechtsreifen jungen Männern besitzt der Nebenhodenschweif häufig ein milchiges Aussehen und setzt sich gegen den mehr grauen oder auch braunrötlichen Nebenhodenkörper scharf ab. Aus der Schnittfläche eines solchen Schweifes quillt milchiger Saft. Besonders auffallend war dieser Befund bei einem kräftigen, 27jährigen Mann, der infolge einer Appendicitis perforata nach zwei Tagen starb. Am Ori-

ficium externum urethrae beobachtete ich einen Tropfen von ähnlich milchigem Aussehen. In einem Ausstrich wurden mehrere Samenfäden gefunden. Nach Angabe der Leichendiener soll eine intra- oder postmortale Entleerung von Samenflüssigkeit keine Seltenheit sein. Diese Meinung ist auch im Volk vertreten (H. H. Ewers, „Alraune") und wird von der gerichtlichen Medizin besonders bei Erhängten (siehe auch v. Lanz, Verh. anat. Ges. 1934) als sehr wahrscheinlich angenommen.

Nebenhoden, deren ganzer Schweif milchig gefärbt, d. h. mit Samenflüssigkeit gefüllt ist, lassen sich nicht injizieren. Manchmal ist aber nur der Ausgangsabschnitt oder der Ausgangs- und Mittelabschnitt so gefärbt. Dann gelingt eine teilweise Injektion des Schweifes.

Außer dem Ganginhalt leistet die Wandung des Nebenhodenganges der Injektion Widerstand. Wahrscheinlich versteift die in Totenstarre befindliche Muskulatur die Wandung und verengt die Ganglichtung. Durch Anwendung von Amylnitrit in physiologischer Kochsalzlösung wurde die Injektion nicht erleichtert. Ein Nebenhodenschweif, der ganz mit Quecksilber gefüllt war, entleerte sich schlagartig infolge starker Stauung der Samenflüssigkeit, als die Glasspritze abbrach. Es war das eine Entleerung des Samenspeichers im Experiment, wobei der Inhalt seinen Weg über den ganzen Samenleiter nahm. Der Druck, der von der Muskulatur des Samenspeichers und der Elastizität seiner Wandung ausgeübt werden kann, ist sehr beträchtlich. In einigen Fällen wurde die 1 mm dicke Hohlnadel während der Injektion im Brutschrank von der Spitze aus aufgefasert, während der Nebenhodengang intakt blieb.

Bei 45 Samenleitern habe ich in 40% und bei 60 Ampullen des Samenleiters in 48% der Fälle Samenfäden gefunden. Diese Samenfäden könnten, außer durch eine intra- oder postmortale Ejakulation, durch die Totenstarre aus den letzten flachen Windungen des Nebenhodenganges im muskelkräftigen Ausgangsabschnitt in den Samenleitern ausgepreßt werden. Wahrscheinlich erkaltet nach dem Tode der Nebenhoden wegen seiner

freien Lage im Skrotum rascher als der Samenleiter. Die Totenstarre mit der Verkürzung der Muskulatur legt sich dann anscheinend gleichzeitig auf den ganzen Nebenhoden, dessen Windungen kommunizierende Röhren darstellen. Infolge des gleichzeitig auf den Inhalt aller Rohrabschnitte ausgeübten Druckes kann eine größere Verschiebung des Rohrinhaltes nicht stattfinden. Nur der Ausgangsabschnitt kann sich teilweise entleeren, wenn seine Windungen sehr flach und stark gefüllt sind. Im Gegensatz hierzu ist die Ejakulation offenbar ein peristaltischer Vorgang.

Die injizierten Präparate wurden in Formolalkohol fixiert, entwässert, in Benzol übertragen und nach Spalteholz aufgehellt.

Befunde.

Leider können mit Rücksicht auf die Gesamtzahl der Abbildungen nicht alle Injektionspräparate wiedergegeben werden. Die hier getroffene Auswahl zeigt aber deutlich die individuelle Verschiedenheit des Nebenhodenschweifes, sowohl in der Form und Größe überhaupt als auch die seiner einzelnen Abschnitte beim Erwachsenen.

Die Präparate der Abb. 5, 6, 7, 8, 9 stammen von fünf Männern (siehe auch v. Lanz, Verh. anat. Ges. 1934). Alle zeigen die konvexe Nebenhodenseite. In Abb. 5 ist nur der Ausgangsabschnitt injiziert. Die Abb. 6, 7, 8 zeigen den gefüllten Ausgangs- und Mittelabschnitt. In Abb. 9 ist weiter der Eingangsabschnitt, sowie das untere Ende des Nebenhodenkörpers injiziert.

Wie am Modell des Erwachsenen sind die einzelnen Schweifabschnitte gegeneinander abgesetzt. Man erkennt überall deutlich zwischen ihnen die Furchen oder Rinnen, in denen immer nur wenige Windungen des Nebenhodenganges liegen, die als Übergangswindungen in den nächsten Schweifabschnitt überleiten. Bei einigen Präparaten treten die mit geronnenem Blut gefüllten Nebenhodenvenen wie injizierte Gefäße scharf hervor. Die zugehörigen Arterien sind nicht sicher zu erkennen.

Von der Nebenhodenarterie und -vene ziehen Äste in die Furchen zwischen den Schweifabschnitten, deren Begrenzung dadurch noch mehr betont wird.

Die Injektionspräparate zeigen ferner mit der gleichen Deutlichkeit wie das Modell vom Erwachsenen die im Schweif nach Abschnitten verschiedene Dicke des Nebenhodenganges. Windungen, die von einem zum anderen Abschnitt überleiten, haben eine mittlere Dicke.

Wie beim Feldhasen, so kann auch beim Menschen der Nebenhodenkörper im Vergleich zum Nebenhodenschweif auffallend schmächtig sein. Ferner kann sich der Eingangsabschnitt des Schweifes mitunter sehr deutlich gegen den Nebenhodenkörper absetzen. Das umfangreiche Untersuchungsmaterial hat auch keinen Zweifel darüber gelassen, daß der Nebenhodenschweif beim Menschen den unteren Hodenpol öfters sehr erheblich überragt. Solche Befunde wurden vor der Fixierung erhoben und können deshalb nicht als Folge einer Hodenschrumpfung ausgelegt werden.

Ausgangsabschnitt.

Der Ausgangsabschnitt besitzt in der Regel die Form einer Keule, die mit ihrem breiten Teil dem Mittelabschnitt zugewandt ist und mit ihrem schmalen Teil in den Samenleiter übergeht. Diese Form wird weiter beeinflußt von der Lage des Mittelabschnittes zum Ausgangsabschnitt. Meist liegt der Mittelabschnitt neben dem unteren Teil des Ausgangsabschnittes. Dann ist der breite Teil der Keule gekrümmt. Liegt dagegen der Mittelabschnitt unter dem Ausgangsabschnitt, so ist die Keule geradegestreckt (Abb. 9 in v. Lanz, Verh. anat. Ges. 1934). So kann der Ausgangsabschnitt beim Erwachsenen bald mehr, bald weniger weit distalwärts reichen. In allen Fällen aber liegt der Mittelabschnitt am weitesten distal von den drei Schweifabschnitten und bildet immer den unteren Pol des Nebenhodens.

Der Nebenhodengang macht im proximalen Teil des Ausgangsabschnittes immer weniger Windungen, von denen die letzten ganz flach sind und zum Samenleiter überführen.

Mittelabschnitt.

Der Mittelabschnitt liegt entweder als Keil zwischen dem Eingangs- und Ausgangsabschnitt oder mehr seitlich verschoben nur unter dem Ausgangsabschnitt (Abb. 9 in v. Lanz, Verh. anat. Ges. 1934). Stets bildet er den distalen Nebenhodenpol. In einzelnen Fällen bildet er keinen geschlossenen Schweifabschnitt, sondern ist in kleinere Unterabschnitte zerlegt, deren Zusammengehörigkeit aber durch die gleichmäßige Dicke des Nebenhodenganges als sicher erwiesen wird.

Eingangsabschnitt.

Die Abb. 9 zeigt im Gegensatz zum Modell vom Erwachsenen eine deutliche Abgrenzung des Eingangsabschnittes gegen den Körper. Bleibt noch übrig, etwas über die Dicke des Nebenhodenganges im Vergleich zum Körper zu sagen. Histologisch ist ein, wenn auch nicht großer Unterschied vorhanden. Dieser macht sich auch am Injektionspräparat infolge der starken Auffüllung bemerkbar. Man sieht deutlich, daß die Lichtreflexe, die die Gangwindungen werfen, im Eingangsabschnitt größer sind, als im Nebenhodenkörper.

Untersuchungsergebnisse über die Schwankungsbreite.

1. Die Quecksilberinjektionen des Nebenhodens vom Erwachsenen bestätigen die an der Rekonstruktion erhobenen Befunde. Die Schweifabschnitte sind durch Furchen, in denen Äste der Nebenhodengefäße verlaufen, begrenzt und besitzen außerdem eine verschiedene Dicke des Nebenhodenganges. Wie nach den histologischen Befunden zu erwarten war, besitzt der Nebenhodengang im Eingangsabschnitt eine größere Erweiterungsfähigkeit als im Körper.

2. Durch Injektionspräparate werden individuelle Schwankungen aufgedeckt, welche die Form und Größe des Samen-

speichers und seiner Abschnitte betreffen. Sie ändern nichts am Charakter des Nebenhodenganges selbst innerhalb der Abschnitte.

3. Die Feststellung, daß bei Säugetieren der Nebenhodenkörper im Vergleich zum Schweif sehr schmal ist, daß sich ferner der Eingangsabschnitt gegen den Körper scharf absetzt und daß endlich der Nebenhodenschweif distal tiefer steht als der untere Hodenpol, kann gelegentlich auch beim Menschen gemacht werden.

IV. Feinbau.

Die drei Abschnitte des Nebenhodenschweifes sowie der Nebenhodenkörper und der Samenstrang des Menschen zeigen mikroskopische Unterschiede und zwar:

a) in der Anordnung und Stärke der Muskelwandung,
b) in der Höhe und Form des Epithels,
c) in der Gangweite.

Da die rekonstruierten Schnittserien gleichzeitig zur histologischen Untersuchung dienten, konnten ihre Ergebnisse mit den Modellen zu sicherer Übereinstimmung gebracht werden. Innerhalb einer Altersstufe sind die Übersichts- wie Sonderbilder der einzelnen Abschnitte jeweils miteinander unmittelbar vergleichbar, da sie mit gleichbleibenden Vergrößerungen angefertigt wurden. Ferner habe ich in allen Altersstufen Wandung, Epithel und Lichtung des quergeschnittenen Nebenhodenganges und Samenleiters in verschiedener Höhe des gleichen Abschnittes gemessen. Die Ergebnisse sind in einer Tabelle zusammengestellt. Sie enthält die Grenz- und Mittelwerte. Außerdem habe ich für jede Altersstufe aus den drei Abschnitten des Nebenhodenschweifes und aus dem Nebenhodenkörper einen Querschnitt des Nebenhodenganges gezeichnet. Bei jeder Altersstufe findet sich auch ein Querschnitt des Samenleiters.

1. Erwachsener.

Die verschiedene Leistung des Nebenhodenganges in den einzelnen Abschnitten drückt sich in den Verschiedenheiten seines Baues aus.

Seine Lichtung ist im Nebenhodenkörper am engsten. Sie beträgt dort 100–160 μ. Im Ausgangsabschnitt ist sie mit 110 bis 190 μ etwas weiter. Innerhalb der Windungen, die vom Eingangs- in den Mittelabschnitt überleiten, weitet sich der Nebenhodengang beträchtlich, und im Mittelabschnitt selbst wächst seine Weite bis äußersten Falls auf 425 μ. Im Ausgangsabschnitt erreicht sie einen Durchmesser bis zu 800 μ. Die Querschnitte betreffen prall gefüllte und daher gedehnte Gangstrecken. Leere Gangstrecken sind gefaltet und eng.

Das Epithel des Nebenhodenganges ist seiner Form und Größe nach in den einzelnen Abschnitten verschieden. Seine Höhe nimmt im unteren Teil des Ganges ab. Das im Nebenhodenkörper und im Eingangsabschnitt zweireihige Zylinderepithel schwankt im ersten zwischen 37–70 μ, im letzten zwischen 37–63 μ. Soweit ist also der Unterschied noch gering. In den folgenden Abschnitten des Schweifes dagegen wird der Höhenunterschied des Epithels sehr deutlich. Im Mittelabschnitt sinkt das Epithel auf 18–43 μ Höhe, im Ausgangsabschnitt noch weiter, nämlich auf 18–37 μ. In diesen beiden Abschnitten ist das Epithel im allgemeinen einreihig. Besonders deutlich wird der Unterschied in der Epithelhöhe des Nebenhodenganges, wenn man den mittleren Werten 55 und 53 μ im Körper und Eingangsabschnitt die mittleren Werte 35 und 30 μ im Mittel- und Ausgangsabschnitt gegenüberstellt. Das eine ist ein Zylinderepithel, das andere ein fast kubisches Epithel.

Im Nebenhodenkörper und im Eingangsabschnitt setzt sich das Epithel aus gleichmäßig hohen pallisadenförmigen Zellen zusammen. Die Form der einzelnen Zellen hängt von der Form ihrer Nachbarzellen ab. Im Mittel- und Ausgangsabschnitt wechseln hohe mit niedrigen Zellformen ab. Hier dient das

Epithel in erster Linie als Wandbelag des Ganges. Seine Fähigkeit zu sezernieren tritt zurück.

Auf dieses Abflauen der Absonderung im Nebenhodenschweif deutet auch das Verhalten der Stereozilien hin. Sie nehmen mit der Höhe des Epithels der Höhe und Zahl nach ab. Im Nebenhodenkörper und Eingangsabschnitt sind sie bis zu 20 μ hoch, im ersten mitunter sogar noch höher. Da diese Länge in keinem Verhältnis zu ihrer geringen Dicke steht, legen sie sich meistens in Büscheln zusammen. Im Mittelabschnitt beträgt die Höhe der Stereozilien nur noch bis zu 9 μ und im Ausgangsabschnitt bis zu 3 μ. Sie stehen in diesem Teil des Nebenhodens vielfach wie Bürstenhaare vereinzelt.

Die Frage, ob es sich um bloße Zellfortsätze oder um intraplasmatische Strukturen handelt, kann man nicht beantworten, wenn sie eingeschlossen sind. Denn die einschließende Substanz kann sowohl Sekretmaterial wie Zellplasma sein. Daher kann diese Frage nur entschieden werden durch die Beobachtung von Zellen, deren Fäden vereinzelt stehen. Ließen sich derartige Zellen nicht nachweisen, so dürfte daraus mit aller Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, daß die Verbindungsmasse bei allen Zellen und zu allen Zeiten vorkommt, also nicht abgesondert wird, sondern Zellplasma selbst ist, in das die Fäden eingebettet sind. Zellen mit einzelstehenden Fäden kommen vor. Im Nebenhodenkörper eines 44jährigen Hingerichteten, den ich besonders darauf hin untersuchte, sind sie vor den übrigen Zellen sogar in der Mehrzahl. Regelmäßig trifft man Zellen mit vereinzelt stehenden Stereozilien im Nebenhodenschweif an. Führt der Nebenhodengang sehr viel Samenfäden, so kommen diese in innige Berührung mit den Stereozilienkegeln und streifen das Sekret aus. Je schwächer dabei die Zellen absondern, um so rascher und gründlicher werden ihre Stereozilien von dem ihnen anhaftenden Sekret befreit. Heidenhain und Werner[1] haben offenbar nur stark absondernde Abschnitte des Nebenhodens mit hohen Stereozilien-

[1] Heidenhain, M. u. Werner, F., Z. Anat. (1924).

kegeln und ohne innige Berührung mit Samenfäden untersucht. Wir halten auf Grund unserer Befunde die Fäden des Nebenhodenepithels für Zellfortsätze und behalten daher die Bezeichnung Stereozilien bei, ohne daß damit ihre Bezeichnung als Pars sekretoria hinfällig würde.

Strecken des Nebenhodenganges, die prall mit Samen oder Sekret gefüllt sind, haben eine gleichmäßig begrenzte und sehr weite Lichtung, deren Durchmesser im Ausgangsabschnitt bis zu 800 μ betragen kann. Leere Gangstrecken dagegen sind durch den Muskeltonus der Wandung geschnürt und eng. Dabei faltet sich das Epithel.

Zu diesen Falten verhält sich die zwischen Epithel und Muskelmantel befindliche Bindegewebsschicht verschieden. Im Nebenhodenkörper und im Eingangsabschnitt des Schweifes bilden sie einen durchschnittlich 2 μ dicken Ring, dem das Epithel aufsitzt. Die hier in den leeren Gang vorspringenden Falten sind reine Epithelfalten, innerhalb deren die einzelne Epithelzelle Höhen bis zu 85 μ erreicht. Zwischen zwei Falten sind die Epithelzellen bedeutend, vielfach sogar um die Hälfte niedriger, 37—40 μ.

Mit der Dicke der übrigen Wandung wächst auch die erwähnte Bindegewebsschicht. Sie ist im Mittel- und Ausgangsabschnitt des Schweifes 9—15 μ dick und beteiligt sich dort an der Faltenbildung. Daher sitzen die Epithelzellen in diesen Abschnitten Bindegewebsleisten auf. Trotzdem ist auch hier das Epithel auf den Falten wesentlich höher als nachbarlich in den Faltentälern.

Es besteht also ein grundlegender Unterschied zwischen den Falten des Nebenhodenganges im Körper und im Schweif, der durch das verschiedene Verhalten der Bindegewebsschicht zwischen Epithel und Muskulatur bedingt ist. Im Mittel- und Ausgangsabschnitt ist diese Bindegewebsschicht in erster Linie der Ausdruck einer größeren Verschieblichkeit des Epithels und des Muskelmantels. Das ist insofern verständlich, als der übrige Nebenhoden nicht durch rasch ablaufende Entleerungen so großen Volumschwankungen unterworfen ist wie der Samen-

speicher. Im Nebenhodenkörper und Eingangsabschnitt versorgt die Bindegewebsschicht mit ihren Gefäßen ausschließlich das Epithel und ist daher ihre Tunica propria. Dagegen ist sie in den eigentlichen Schweifabschnitten nicht nur Ernährungs-, sondern auch Verschiebeschicht. Hier würde ihr also die Bezeichnung Tunica submucosa mehr gerecht.

Die auf die Tunica propria oder submucosa nach außen folgende Schicht des Nebenhodenganges besteht aus glatten Muskelzellen. Die Dicke dieser Schicht nimmt im Samenspeicher beträchtlich zu. Im Nebenhodenkörper und im Eingangsabschnitt des Schweifes besteht, wie in der Weite der Lichtung und der Epithelhöhe, so auch in der Dicke des Muskelmantels, kein wesentlicher Unterschied. Der Muskelmantel ist im Nebenhodenkörper 20–48 μ, im Eingangsabschnitt 25–50 μ dick. Die Mittelwerte sind 30 und 40 μ. Im Mittelabschnitt wächst seine Dicke auf 60–280 μ an. Bei Gangquerschnitten, die mit Inhalt gefüllt und deshalb gedehnt sind, beträgt er nur 60 bis 80 μ. Zu der bis dahin ringförmigen Muskelschicht kommen im Ausgangsabschnitt äußere Längsfasern, die häufig in unregelmäßigen Bündeln zusammengelagert sind. Die Dicke des Muskelmantels nimmt hier daher beträchtlich zu. Sie erreicht Werte von 120–400 μ. Durch diese mächtige Muskellage wird der Nebenhodengang dem Samenleiter ähnlich, und leitet ohne scharfe Grenze in ihn über.

In der Rekonstruktionsserie des 32jährigen Hingerichteten ist der Nebenhoden aufwärts vom Eingangsabschnitt des Schweifes eine Strecke lang leer. Erst im mittleren Teil des Körpers ist er wieder gefüllt. Es folgt ein neuer Samenschub. Da außerdem der Schweif nur mittelmäßig gefüllt ist, besteht die Wahrscheinlichkeit, daß kurz vor oder nach dem Tode ejakuliert wurde.

2. Neugeborener.

Wir fanden, daß am Modell des Nebenhodenschweifes vom Neugeborenen die einzelnen Schweifabschnitte zwar schon angelegt, aber infolge fehlender Funktion noch nicht weiter aus-

gestaltet sind. Um diese Zeit ist der Nebenhodengang noch gleichmäßig gebaut. Erst die später mit der Funktion eintretende weitere Ausgestaltung führt zu den vielen unterschiedlichen Merkmalen innerhalb der Schweifabschnitte.

Die mittlere Weite der Lichtung beträgt im Nebenhodenkörper des Neugeborenen 63 µ, im Eingangsabschnitt des Schweifes 58 µ, im Mittelabschnitt 48 µ und im Ausgangsabschnitt 60 µ. Es ist auffallend, daß beim Neugeborenen die Lichtung im Nebenhodenkörper da am weitesten ist, wo sie beim Erwachsenen am engsten ist. Eine Gegenüberstellung der Querschnitte des Nebenhodenschweifes und -körpers zeigt das mit noch größerer Deutlichkeit als die angeführten Zahlen. Das Nebenhodenepithel des Neugeborenen sondert bereits ab. Es scheint nun, daß schon zu dieser Zeit im Nebenhodenkörper eine stärkere Absonderung stattfindet als im Schweif. Der Muskelmantel ist aber offenbar noch zu schwach, um das Sekret in den Nebenhodenschweif zu treiben. Im Eingangsabschnitt des Schweifes findet man nur noch vereinzelt so weite Gangstücke.

Für den ruhenden Nebenhoden des erwachsenen Feldhasen ist das Vorkommen solcher abwechselnd weiten und engen Strecken des Nebenhodenganges im Schweif bekannt (v. Lanz, 1926, Abb. 16).

Das Epithel ist im Ausgangsabschnitt ein- bis zweireihig, in den übrigen Abschnitten und im Nebenhodenkörper einreihig. Seine Höhe schwankt, wie aus der Tabelle (Abb. 17) zu ersehen ist und ein Vergleich mit dem Erwachsenen deutlich zeigt, nur wenig. Während das Epithel im Ausgangsabschnitt des Erwachsenen am niedrigsten ist, ist es dort beim Neugeborenen am höchsten. Die im Ausgangsabschnitt erreichte Höhe wird nur im Samenleiter etwas übertroffen.

Ob Stereozilien vorkommen, läßt sich nicht sagen. Man sieht stellenweise schmale Fäden, die eine breitere Basis an der Zelloberfläche besitzen und gegen die Lichtung zu schmäler werden. Stereozilien sind darin auch mit starken Vergrößerungen nicht sicher zu erkennen. Es handelt sich hier offenbar, wie beim jungen Feldhasen, um eine „apokrine" Sekretion. Überall

im Nebenhodengang und Samenleiter sitzen den Epithelzellen kleine Zapfen auf, die sich in nichts vom Zelleib unterscheiden. In etwas weiter fortgeschrittenen Sekretionsstadien schnüren sich diese Zapfen an der Basis ein und nehmen Kugel- oder Ballonform an. Abgestoßen findet man sie dann zerstreut oder in Gruppen zusammen in der Ganglichtung liegend.

Epithelfalten kommen beim Neugeborenen in der ganzen Länge des Nebenhodenganges vor, sind aber selten. Daher ist die Lichtung des Ganges auf dem Querschnitt im allgemeinen kreisrund. Die unter dem Epithel gelegene Bindegewebsschicht wächst von 1,6 μ im Körper auf 6,6 μ im Ausgangsabschnitt. Sie beteiligt sich nirgends an der Faltenbildung. Dieses gegensätzliche Verhalten der submukösen Bindegewebsschicht im Mittel- und Ausgangsabschnitt des Samenspeichers beim Neugeborenen und beim Erwachsenen weist darauf hin, daß der Nebenhodenschweif erst nach der Geschlechtsreife Speicherarbeit zu leisten hat.

Der Muskelmantel des Nebenhodenganges ist beim Neugeborenen übereinstimmend im Nebenhodenkörper, im Eingangs- Mittelabschnitt 20 34 μ dick. Erst im Ausgangsabschnitt nimmt seine Dicke auf 34 58 μ zu. Eine Muskellängsschicht fehlt hier noch. Diese Wandstärke im Ausgangsabschnitt wird beim Neugeborenen nur vom Samenleiter übertroffen. Abgesehen davon haben beide nahezu gleichhohes Epithel und gleichweite Lichtung.

3. Embryo von 6 Monaten.

Embryonal stimmen einerseits der Nebenhodengang im Nebenhodenkörper, im Eingangs- und im Mittelabschnitt des Schweifes, andererseits der Ausgangsabschnitt und der Samenleiter in allen wesentlichen Merkmalen nahezu vollkommen überein. Die Beobachtungen am Modell und die daraus gezogene Schlußfolgerung, daß von zwei verschiedenen Anlagen der größte Teil des Nebenhodens der einen und sein restlicher Teil sowie der Samenleiter der anderen angehören, werden damit bestätigt.

Ein merklicher und zwar scharf abgesetzter Unterschied in der Weite, in der Epithelhöhe und der Wanddicke des Nebenhodenganges tritt erst beim Übergang vom Mittel- zum Ausgangsabschnitt auf. Nebenhodenkörper, Eingangs- und Mittelabschnitt sind daher mikroskopisch-anatomisch beim Embryo nicht voneinander zu unterscheiden. Eine Unterteilung des Nebenhodenschweifes der topographischen Lage nach ist nur nach Rekonstruktion möglich.

Der embryonale Ausgangsabschnitt unterscheidet sich nicht vom Samenleiter, auch nicht in der Dicke des Muskelmantels, wie das bereits beim Neugeborenen der Fall ist.

Das Epithel ist embryonal im ganzen Nebenhoden und auch im Samenleiter einreihig und zylindrisch. Die Zellen sind verhältnismäßig protoplasmaarm, ihre Kerne regelmäßig oval. Das Epithel begrenzt eine kreisrunde Lichtung und sondert bereits ab. Falten kommen nicht vor.

Bedeutung der Falten.[1]

Jede Änderung des Füllungszustandes im Nebenhoden stellt eine Raumveränderung dar, auf welche die einzelnen Teile, ihrer morphologischen Struktur nach verschieden antworten. Der erste Ausdruck einer Füllungsabnahme im Samenspeicher und im übrigen Nebenhoden ist eine Verkleinerung der Kanälchenweite durch Kontraktion der Wandmuskulatur. Diese tritt vor allem im Mittel- und Ausgangsabschnitt des Samenspeichers sehr stark auf. Mit der Verengerung ist ein Zusammenrücken der Epithelzellen und damit eine Zunahme ihrer Höhe verbunden. Bei noch stärkeren Entleerungen beginnt der freie Epithelsaum im Nebenhodenschweif einen welligen Verlauf anzunehmen, als erste Andeutung einer Faltenbildung. Als Anpassung an die fortgeschrittene Entleerung kommt es zur Bildung von vielen hohen, in die Lichtung einspringenden Falten.

Ihr histologischer Bau geht aus Abb. 18 und 19 hervor und ist je nach dem Teil des Samenspeichers, in dem sie sich vor-

[1] Gemeinsam mit U. Handfest, Zeitschr. f. mikr.-anat. Forschung 1934, Bd. 36.

finden, verschieden. Im Ausgangsabschnitt sind die Falten am höchsten. An ihrer Bildung beteiligen sich das Epithel und das darunterliegende Bindegewebe, das neben seiner Bedeutung für die Ernährung der Epithelzellen vor allem dazu dient, eine Verschieblichkeit zwischen Epithel und T. muscularis zu ermöglichen, also neben der Funktion der Tunica propria auch die Funktion einer T. submucosa besitzt. Im Mittelabschnitt nimmt die Höhe der Falten ab. An ihrer Bildung sind immer noch Epithel und T. submucosa beteiligt, da die wesentliche Ursache für das Zustandekommen der Falten, der Muskelmantel, auch hier noch stark ist. Entsprechend seiner Abnahme proximalwärts, sind die Falten im Eingangsabschnitt niedrig und bestehen nur aus Epithel. Sie machen die Lichtung sternförmig.

Im Nebenhodenkopf und -körper finden sich selten Falten. Diese Abschnitte beantworten die Entleerung durch vermehrte Sekretion, die bei großer Beanspruchung so stark sein kann, daß die Kanälchen durch die Sekretmasse überdehnt werden. Ihr Epithel wird dann kubisch, zum Teil sogar platt. Eine Mitbeteiligung dieses Sekretionsdruckes an der Fortbewegung des Samens ist aber unwahrscheinlich. Bei starker Samenfüllung ist nämlich überhaupt keine und erst bei ihrer Abnahme eine Sekretansammlung festzustellen.

Braus und Redenz[1] brachten die Falten im Zusammenhang mit dem Gasaustausch: sie sollen durch die Vergrößerung der Austauschoberfläche eine gesteigerte Atmung der Samenfäden ermöglichen. Redenz[2] vergleicht die Falten dementsprechend mit Darmzotten und glaubt auch im Samenspeicher des Pferdes eine Übereinstimmung ihres histologischen Baues mit Darmzotten sehen zu können. Wirkliche Zotten konnten wir weder beim Menschen noch bei den von uns untersuchten Säugetieren beobachten. Nach den Ergebnissen unserer Versuche treten die Falten erst dann auf, wenn der Sameninhalt vermindert wird. Sie sind besonders hoch und zahlreich, wenn überhaupt kein Samen mehr vorhanden ist.

[1] H. Braus und E. Redenz, Verh. anat. Ges. 33, 1924.

[2] E. Redenz, Arch. f. Anat. 103, 1924.

Die Ansicht von Redenz läßt sich auch aus anderen Gründen nicht aufrecht erhalten. v. Lanz[1] konnte in Reihenbestimmungen mit seiner hochempfindlichen Goldiridium-Wasserstoffelektrode nachweisen, daß die Säuerung im Nebenhodenschweif bodenständig vorhanden ist, gleichgültig, ob Samenfäden gespeichert sind oder nicht. Die reelle Azidität von $p_H = 6{,}68–6{,}71$ zeigen auch die Samenspeicher von jungen, noch nicht geschlechtsreifen Tieren; von Tieren, die einseitig kastriert oder denen die Ductuli efferentes unterbunden waren, und schließlich auch vollständig kastrierte Tiere unter der Voraussetzung, daß ihnen durch Parabiose oder Transplantation das Hodenhormon substituiert war (v. Lanz 1930).[2]

Neuerdings hat Windstoßer[3] mit der Atemapparatur von Warburg nachweisen können, daß, im Reagenzglas wenigstens, der Sauerstoffverbrauch der Säugetierspermien nicht eine Funktion ihrer Bewegungen sein kann. Der O_2-Verbrauch zeigt sich aber empfindlich abhängig von der Dichte der Aufschwemmung. Daß der Sauerstoff offenbar bei den Bewegungen der Spermien nicht von ausschlaggebender Bedeutung ist, läßt sich auch aus dem Versuch von Schlenk[4] schließen, da sich die Samenfäden von Fischen in blausäurevergiftetem Wasser, in dem sie nicht atmen können, völlig normal bewegen.

Wir sehen die Bedeutung der Falten deshalb nur in der Anpassung an veränderte Füllungsverhältnisse. Sie sind Reservefalten und dienen zur Enger- und Weiterstellung der Kanälchen des Samenspeichers.

Ergebnis der histologischen Untersuchung.

1. Der Nebenhodengang ist nur beim erwachsenen Menschen in den drei Schweifabschnitten grundsätzlich verschieden. Die

---

[1] T. v. Lanz, Pflügers Arch. 222 (1929) 181.

[2] T. v. Lanz, Verh. anat. Ges. III. Internat. Anat. Kongr. 71 (1930) 108—122.

[3] K. Windstoßer, Untersuchungen über die Atmung der Samenfäden. Inaug.-Diss. München 1934.

[4] W. Schlenk, Biochem. Z. 265 (1933) 29—35.

Unterschiede betreffen die Weite der Lichtung, die Höhe des Epithels und die Dicke des Muskelmantels. Sie sind der Ausdruck einer funktionellen Verschiedenheit gegenüber dem Nebenhodenkörper.

2. Beim jugendlichen Menschen unterscheiden sich Eingangs- und Mittelabschnitt grundsätzlich nicht vom Bau des Nebenhodenganges in Kopf und Körper. Mit dem Übergang in den Ausgangsabschnitt ändert sich plötzlich sein Bau zu dem des Samenleiters. Der Ausgangsabschnitt und der Samenleiter entstehen offenbar aus einem einheitlichen Teil des Urnierenganges, der sich schon frühembryonal durch stärkeres Wachstum und stärkere Ausgestaltung vor dem übrigen Teil des Urnierenganges auszeichnet.

3. Der Samenspeicher kann je nach dem Grad seiner Füllung mehr oder weniger stark gefaltet sein. Die Falten sind echte Reservefalten. Sie dienen nicht der Vergrößerung der Austauschoberfläche.

4. Die Stereozilien ragen als selbständige Fortsätze über die Oberfläche der Zellen hinaus. Sie können durch große Länge und durch viel Sekret zu Büscheln zusammengelagert sein. Zelleigenes Protoplasma läßt sich in ihrem Bereich nicht nachweisen.

V. Zusammenfassung.

Biologie der Samenspeicherung beim Menschen.

Die im Vorstehenden geschilderten morphologischen und experimentellen Untersuchungen lassen es angezeigt erscheinen, sie abschließend zu einem einheitlichen Bild über die Biologie der Samenspeicherung beim Menschen zusammenzustellen.

Von vornherein muß betont werden, daß sich weder durch diese noch durch frühere Untersuchungen grundsätzliche Unterschiede im Bau und in der Leistung des menschlichen und des tierischen Samenspeichers ergeben haben. Abgesehen von

gewissen, nicht unbeträchtlichen, mengenmäßigen und zeitlichen Abweichungen lassen sich die Ergebnisse vom Säugetier auf den Menschen übertragen.

Auch der Mensch besitzt in seinem Nebenhodenschweif einen ausgesprochenen Samenspeicher. Wie am Säugetier gliedert sich der Nebenhodenschweif beim Menschen in drei morphologisch deutlich unterschiedene Abschnitte, und zwar weisen auch beim Menschen Mittel- und Ausgangsabschnitt durch ihren kräftigen, weitgehend verstellbaren Muskelmantel und die starke Verschieblichkeit und Anpassungsfähigkeit des Epithelbelages bei zurücktretenden Absonderungserscheinungen die Merkmale des „Hauptspeichers" auf. Diesem Hauptspeicher ist der Nebenhodengang im Eingangsabschnitt und im ganzen Kopf- und Körperbereich vorgelagert als eine Art „Hilfsspeicher", dessen Muskelmantel dünn und wenig verstellbar, die pallisadenförmige Regelmäßigkeit der stark absondernden Epithelzellen nur wenig verändern kann.

In der Entwicklung besteht noch kein Unterschied zwischen Eingangs- und Mittelabschnitt. Vor der Pubertät entspricht nämlich der Mittelabschnitt im Kaliber noch durchaus dem Eingang und damit dem Nebenhodenkörper, während der Ausgang, wie beim Erwachsenen, mehr dem Bau des Samenleiters ähnelt. Vor der Pubertät besteht also eine scharfe Grenze zwischen den Windungen vom Bau des Nebenhodenganges und den Windungen vom Bau des Samenleiters. Nach der Pubertät hat sich das unterste Läppchen des Nebenhodenganges zum Mittelabschnitt ausgebildet.

Die drei Abschnitte des Samenspeichers sind in der Regel durch Gefäßfurchen gegeneinander abgesetzt. Ohne scharfe Grenze geht der Eingangsabschnitt in den Nebenhodenkörper, der Ausgangsabschnitt in den Samenleiter über. Die drei Abschnitte wechseln in ihrer Form und Ausbildung bei den einzelnen Menschen stark.

Der Samenspeicher kann je nach dem Grad der Füllung mehr oder weniger stark gefaltet sein. Die Falten sind echte Reservefalten und dienen nicht der Vergrößerung der Aus-

tauschoberfläche. Sie führen den gespeicherten Samenfäden vor der Entleerung nicht vermehrt Sauerstoff zu, zur Auslösung ihrer Bewegung. Denn abgesehen davon, daß das Nebenhodenschweifsekret eine reelle Azidität von $p_H = 6{,}61 - 6{,}78$ hat und sie durch seine starke Pufferung auch halten kann (v. Lanz 1929), hat neuerdings Windstoßer[1] nachweisen können, daß, wenigstens im Reagensglas, der Sauerstoffverbrauch der Säugetierspermien nicht eine Funktion ihrer Bewegungen ist, vielmehr eine empfindliche Abhängigkeit zeigt von der Dichte der Spermien. Die sogenannte Theorie der Selbststeuerung der Samenfäden (Braus-Redenz)[2] ist nicht aufrecht zu erhalten.

Beim Versuchstier (Kaninchen)[3] rufen einige wenige Entleerungen am Samenspeicher, abgesehen von einer Faltenbildung im Ausgangsabschnitt, keine deutlich nachweisbare Veränderung hervor. Erst 6- bis 7malige Entleerungen innerhalb kürzester Zeit (90 Minuten) verbrauchen die Samenfäden, die vor Beginn des Versuches gespeichert waren, also den primären Inhalt des Samenspeichers. Ist der primäre Speicherinhalt erschöpft, so nimmt die Zahl der Samenfäden im Ejakulat stark ab und sinkt unter die befruchtungswahrscheinliche Zahl. Wenn es gelingt, ein Tier innerhalb kürzester Zeit 12mal und öfter zu Entleerungen zu veranlassen, so ist der Samenspeicher vollkommen frei von Samenfäden.

Alle Versuche, die zwar zu oftmaligen Entleerungen führen, aber nur in längeren Zwischenräumen, erschöpfen auch den primären Gehalt des Hauptspeichers. Wirklich leere Samenspeicher sind aber durch derartige Versuche nicht zu erreichen; denn mit der Entleerung des Samenspeichers werden zugleich auch die Samenschübe im ganzen Hilfsspeicher in Bewegung gebracht und zudem die Spermiogenese angeregt, so daß schon

---

[1] K. Windstoßer, Inaug.-Diss. München 1934.

[2] H. Braus und E. Redenz, Nebenhoden und Samenfäden. Verh. anat. Ges. 33 (1924).

[3] T. v. Lanz, H. Wallraff, U. Handfest, K. Wimmer: Der Nebenhodenschweif des Menschen als Samenspeicher. Zeitschr. f. mikr.-anat. Forschg. 1934, Bd. 36.

während des Versuches eine deutliche Wiederauffüllung des Hauptspeichers einsetzt. Der Grad der Entleerung des Samenspeichers hängt also ab:

1. von der Zahl der Ejakulationen und
2. von der Zeit, innerhalb der diese aufeinander folgen.

Diese Feststellungen am Kaninchen lassen sich grundsätzlich auch auf andere Säuger und auf den Menschen übertragen. Nur steht fest, daß beim Mensch und Hund der Vorrat des Samenspeichers schon durch vier innerhalb kurzer Zeit aufeinanderfolgende Entleerungen erschöpft wird, ohne daß erkennbarer Nachschub oder gesteigerte Spermiogenese die Erschöpfung überdeckte.

Die Entleerungsversuche am Kaninchen zeigen, daß dem Faktor Zeit erhebliche Bedeutung zukommt. An der Wiederfüllung eines entleerten Samenspeichers sind innerhalb der ersten 3 Stunden nur Samenfäden beteiligt, die schon bei Beginn des Versuchs auf der Wanderung durch den Nebenhoden begriffen waren. Nach 3 Stunden läßt sich auch gesteigerte Spermiogenese, kenntlich an praller Füllung der obersten Nebenhodenläppchen mit reifen und unreifen Samenelementen, nachweisen. Nach 24 Stunden sind die vom Hoden nachrückenden Massen im Eingangsabschnitt angelangt. Sie erreichen nach 36 Stunden mit Vorläufern den Mittelabschnitt und haben den ganzen Hauptspeicher nach 48 Stunden wieder prall aufgefüllt.

Ähnliche Verhältnisse liegen zweifellos auch beim Menschen vor. Auch bei ihm bedarf es einer Mindestzwischenzeit von 48 Stunden, um im Nebenhodenschweif die befruchtungswahrscheinliche Zahl von 300 bis 400 Millionen Samenfäden aufzustauen. Auch bei ihm regt die erhöhte Geschlechtstätigkeit die Spermiogenese beträchtlich an, so daß nach weiteren 48 Stunden meist 600 Millionen und mehr Spermien entleert werden können.

Geschlechtstätigkeit steigert nicht nur die Bildung der Samenfäden, sie erhöht auch ihre Wanderungsgeschwindigkeit durch den Nebenhodengang. Da sowohl Samenfäden, wie geisel-

lose Rundzellen, Phagozyten und schließlich auch freie Tuschekörnchen ohne Zeitunterschied diesen Weg zurückzulegen vermögen, kann mit Sicherheit geschlossen werden, daß die bewegenden Kräfte nicht in den Samenfäden selbst liegen, daß also ihre im Hoden sicherlich vorhandene Flimmerung mit Eintritt in den Nebenhodengang durch die hier bodenständig herrschende erhöhte reelle Azidität gelähmt wird. Alle Körperchen, gleichgültig welcher Herkunft, werden vielmehr durch die Länge des Nebenhodenganges durch Kräfte von außen, passiv, fortbewegt. Die Wirksamkeit dieser Kräfte ist abhängig von der geschlechtlichen Betätigung.

Dabei ist die Annahme, daß ein hydrodynamisches Druckgefälle zwischen Hoden und Nebenhoden besteht, schon deshalb unwahrscheinlich, weil ja die Ductuli efferentes aller Wahrscheinlichkeit nach als Flüssigkeitsscheide zwischen Hoden- und Nebenhodengangflüssigkeit wirken, sei es, daß die Flimmern der Ductuli efferentes durch ihren gegen das Rete testis gerichteten Flimmerschlag die Hodenflüssigkeit im Abströmen verhindern, sei es, daß in ähnlicher Weise fetthaltige Epithelknospen als mechanische Ventile wirken (May,[1] Lohmüller[2]), oder daß die Zellen der Ductuli efferentes Hodenflüssigkeit in großer Menge resorbieren (Wagenseil,[3] Young[4]). Die Kräfte, welche die Körperchen fortbewegen, werden vielmehr mit Wahrscheinlichkeit vom Muskelmantel des Nebenhodenganges durch peristalische Zusammenziehungen erzeugt, die in Übereinstimmung mit der jeweiligen Geschlechtstätigkeit nervös oder vielleicht auch hormonal gesteuert werden.

Herrn Professor T. v. Lanz danke ich für die Anregung zu meiner Arbeit und für seine eifrige Unterstützung.

---

[1] May, Virchows Arch. 243, 474 (1923).
[2] Z. Lohmüller, Mikrosk.-anat. Forsch. 3, 147 (1925).
[3] Z. Wagenseil, Zellforsch. 7, 173 (1928).
[4] W. C. Young und A. Simeone, J. exp. Biol. 8, 173 (1931).

Lebenslauf.

Geboren bin ich am 11. April 1904 zu Golzheim im Bezirk Aachen. Im März 1926 erhielt ich das Reifezeugnis des humanistischen Gymnasiums in Düren. Ich entschied mich für das Studium der Medizin. Ein Semester studierte ich in Kiel, alle übrigen in München. Staatsexamen 1931. Approbation 1932. Seit meinem Staatsexamen arbeite ich am Anatomischen Institut München.